Aus dem Zoologischen Institut der Universität Marburg.

Beiträge zur Kenntniss
der
Knospung bei den Bryozoen.

Mit 2 Tafeln und 7 Figuren im Text.

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der
Hohen philosophischen Fakultät der Universität Marburg
vorgelegt von

Ernst Herwig
aus Marburg.

ACAD.
LIGOBAT
BIBL.

Marburg.
R. Friedrich's Universitäts-Buchdruckerei (Inhaber: Karl Gleiser).
1913.

Von der Fakultät als Dissertation angenommen
am 20. Februar 1912.
Referent: Herr Geh. Reg.-Rat Professor Dr. E. Korschelt.

Meinen lieben Eltern!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41556030_0110

Unternommen wurde die vorliegende Arbeit hauptsächlich zum Zweck des Studiums der Avicularien, ihrer Beziehungen zum Stock und ihrer Ontogenie. Leider war es jedoch nicht möglich, mir genügendes Material für diese Untersuchungen zu verschaffen. So wandte ich mich zunächst den Untersuchungen der Knospungsvorgänge zu, welche ursprünglich nur als Vorarbeiten für die genannten Studien dienen sollten. Dabei ergab sich manches, was die früheren Darstellungen zu bestätigen und ergänzen geeignet war, so dass ich die betreffenden Beobachtungen zunächst hier mitteilen möchte. Weitere Untersuchungen an Bryozoen gedenke ich später zu veröffentlichen.

Gesammelt wurde das Material bei einem Aufenthalt in Helgoland. Die Stöcke von Alcyonidium gelatinosum wurden zum grössten Teil in einer concentrierten Lösung von Sublimat in Seewasser, die heiss und kalt angewandt wurde, conserviert. Ferner dienten auch Chrom-Essigsäure und Formal als Conservierungsmittel; jedoch gab Sublimat, was die Erhaltung der Zellen und die Färbbarkeit anbetrifft, bei weitem die besten Resultate. Es wurden hauptsächlich junge Kolonien, nach Überführung durch Cedernholzöl, in Paraffin von 58° C. eingebettet; denn sie liefern die meisten und besten Knospungsstadien und bieten auch beim Schneiden die wenigsten Schwierigkeiten, da die Cuticula noch sehr dünn ist, und die Schnitte nicht so leicht reissen. Geschnitten wurde 5 und $7^1/_2$ μ. Als Färbungsmittel diente ausschliesslich Eisen-Hämatoxylin nach Heidenhain, welches ganz vorzügliche Bilder lieferte.

Die Kolonien von Plumatella fungosa wurden in Aquarien mit Flusswasser gesetzt. Die ausschwärmenden Larven setzten sich bald an den Aquarienwänden fest, und in einigen Tagen vollzog sich ihre Umwandlung zu jungen Kolonien. Diese wurden vorsichtig von den Aquarienwänden abgelöst und in concentrierter Sublimatlösung conserviert. Zur besseren Orientierung beim Einbetten und Schneiden wurden die jungen Kolonien mit Alaunkarmin vorgefärbt. Die Schnittdicke betrug 5 μ. Gefärbt wurde ebenfalls nur mit Heidenhains Eisen-Hämatoxylin.

Knospung von Alcyonidium gelatinosum.

Die ersten genaueren Angaben über die Anteilnahme der mütterlichen Keimblätter an dem Aufbau der Bryozoenknospe verdanken wir H. Nitsche und Ed. Claparède. Nitsche vertritt in seiner Arbeit „Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen" die Ansicht, dass das Zellmaterial der Knospe von der Endocyste, dem Ectoderm der neueren Autoren, geliefert wird. Die junge Knospe erscheint nach ihm als regelloser Zellhaufen, der durch Wucherung aus dem Ectoderm entsteht. Bald ordnen sich die Bestandteile dieses Zellhaufens in zwei deutlich geordnete Schichten, und es entsteht ein rundlicher Körper, der aus einer äusseren einschichtigen Zelllage zusammengesetzt ist, die sich gegen die das Innere des Körpers erfüllenden Zellen scharf und deutlich abhebt. Letztere beginnen nun ebenfalls sich zu ordnen und sich an die äussere als eine zweite Zellschicht anzulegen, welche im Innern einen kleinen centralen Hohlraum umschliesst. Die junge Polypidknospe stellt sich also jetzt als ein zweischichtiges Säckchen dar. Aus der äusseren Schicht lässt Nitsche die Tentakelscheide und das Plattenepithel des Darmtractus hervorgehen, während die innere Zellschicht die Tentakeln und das innere Epithel des Darmes liefert.

Claparède ist ebenfalls der Meinung, dass die Polypidknospe aus der Endocyste des Muttertieres hervorgeht. Nach diesem Autor tritt das erste Rudiment des Polypids als eine Wucherung der Endocyste nach innen auf, nachdem vorher das junge Zöocium als eine Wucherung der Endocyste nach

aussen zu Stande gekommen ist. Die junge Polypidanlage bildet einen soliden Zellhaufen, dessen Elemente sich bald regelmässig anordnen und im Innern ein Lumen erhalten. Nach Nitsche und Claparède beruht die Entstehung der Polypidknospe also einzig und allein auf einer Wucherung des Ectoderms.

In seiner Arbeit „On Budding in Polyzoa“ kommt Haddon zu dem Resultat, dass alle drei Blätter des Muttertieres in gleicher Weise an dem Aufbau der Bryozoenknospe teilnehmen.

Eine von den beiden ersten Autoren erheblich abweichende Ansicht über den Ursprung der Bryozoenknospe vertritt Joliet. Er lässt das Polypid aus dem Endosark, dem Mesoderm der heutigen Autoren, entstehen. Das Endosark soll jedoch nach diesem Forscher aus Ectodermzellen bestehen, die in die Zoöciumhöhle eingewandert sind. Die erste Anlage des Polypids stellt sich als eine homogene Zellmasse dar, die sich allmählich in zwei Schichten teilt, eine centrale Schicht und eine sie umhüllende Schicht. Die innere Schicht bildet das Tentakelepithel und das Atrium, die äussere das Mesoderm und den Verdauungstractus.

Seliger wies nun im Jahre 1890 an verschiedenen ecto- und endoprocten Bryozoen nach, dass Ecto und Mesoderm die junge Polypidknospe aufbauen. Nach ihm zeigt sich die erste Anlage der Knospe als eine Verdickung des cylindrischen Ectodermepithels. Eine Anzahl von Mesenchymzellen liegt den sich einstülpenden Ectodermzellen dicht an, ohne aber ein einheitliches, zusammenhängendes Epithel zu bilden. Gegen die Leibeshöhle hin ist das Ectoderm durch eine scharfe Kontur abgegrenzt, so dass Seeliger es für ausgeschlossen hält, dass bei der Polypideinstülpung Zellen aus dem epithelialen Verbande sich etwa lösen und als Mesenchymzellen in die primäre Leibeshöhle hineinrücken. Vielmehr stammen die der Ectodermeinstülpung sich anlegenden Zellen ausschliesslich von den Mesenchymzellen ab, welche sich jederzeit in der Leibeshöhle der obersten Stockenden finden. Diese Ansicht wird auch von Davenport geteilt.

Die Untersuchungen von Seliger und Davenport schienen eine Reihe von Jahren auf keinen Widerspruch zu stossen, bis L. Calvet in seinen Arbeiten „Sur l'origine du polypide des Bryozoaires ectoproctes marins“ und „Contributions à l'histoire naturelle des Bryozoaires ectoproctes marins“ zu anderen Resultaten in Bezug auf die Entstehung der Polypidknospe kam. Nach Calvet bildet sich in den verschiedenen Arten die Polypidknospe immer aus Mesenchymelementen, die in der Zöociumhöhle unregelmässig zerstreut liegen und die sämtlich aus der epithelialen Ectodermschicht hervorgegangen sind. Diese Mesenchymzellen, die zuerst lang gestreckt sind, runden sich ab und ordnen sich zu einem kleinen Zellmassif an. Diesen Zellcomplex nennt Calvet das massive Stadium. Bald wird er von aussen durch neu hinzutretende Mesenchymzellen vergrössert, während im Innern die Zellen auseinanderweichen und eine Höhle bilden. Auf diese Weise entsteht des ausgehöhlte Stadium. Anfangs ist die Höhle schlecht begrenzt, nimmt jedoch bald eine ovoide, gut definierte Form an, und die sie umgebenden Elemente ordnen sich zu einer regelmässigen, ebenfalls scharf begrenzten Schicht. Calvet bestreitet ganz entschieden die Ansicht Seeligers und Davenports, dass das Polypid aus dem Ectoderm durch Einstülpung entsteht, um die sich allmählich mesenchymatöse Zellen in Form eines Epithels anlegen. Er stimmt also in der Hauptsache mit Joliet überein.

Wieder zurück zu der Ansicht Seligers und Davenports in Betreff der Knospung der Bryozoen kam Ladewig in seiner, im Jahre 1899 erschienenen Arbeit „Über die Knospung der ectoprocten Bryozoen.“ Nach diesem Autor stellt die erste Anlage der Polypidknospe eine Ectodermverdickung dar, die sich von den flachzylindrischen Epithelzellen scharf unterscheidet. Die Verdickung des Ectoderms nimmt in Folge fortgesetzter Zellteilung immer mehr zu und stülpt sich nun in das innere der Zoöciumhöhle ein. Allmählich legen sich der Einstülpungszone Mesodermzellen an, die von den in der

Zoöciumhöhle verstreut liegenden Mesenchymzellen stammen und vorläufig weder ein typisches Epithel bilden noch in Bezug auf ihre äussere Form irgendwelche Einheitlichkeit erkennen lassen. Erst auf späteren Entwicklundsstadien ordnen sich diese Zellen zu einem regelmässigen Epithel an. Ladewig hält es ebenso wie Seeliger für vollständig ausgeschlossen, dass etwa einzelne Zellen aus dem ectodermalen Epithel in die primäre Leibeshöhle auswandern und zu Mesenchymzellen werden.

Den Ansichten Seligers, Davenports und Ladewigs schloss sich Otto Römer in seiner im Jahre 1906 erschienenen Arbeit „Untersuchungen über die Knospung, Degeneration und Regeneration von einigen marinen ectoproctem Bryozoen“ im wesentlichen an. Aber er konnte bei Alcyonidium mytili ganz bestimmt nachweisen, dass einige der im jungen Zoöcium verstreut liegenden Mesenchymzellen dem ectodermalen Epithel entstammen. Römer beobachtete bei einigen Zellen, wie ihre Körper zum Teil noch in dem Verbande des Ectoderms steckten, zum Teil bereits in die primäre Leibeshöhle übergetreten waren und amöboide Fortsätze aussandten. Bei dem Widerstreit der Meinungen erschien es nötig, den Gegenstand an einem geeigneten Objekt einer neuen Prüfung zu unterziehen.

Die im folgenden dargelegten Untersuchungen wurden an Alcyonidium gelatinosum ausgeführt. Alcyonidium gelatinosum ist eine in der Nordsee auf Steinen, Muscheln und besonders Ascidien ziemlich häufig vorkommende Bryozoe, die bis zu 20 cm lange, schlauchförmige Kolonien von 3 bis 10 mm Durchmesser bildet. Die einzelnen Zoöcien sind in ungefähr concentrischen Kreisen um die hohle Mitte der Kolonie angeordnet, variieren sehr stark an Grösse und haben meist die Form eines drei- oder vierseitigen Prismas. Die ganze Kolonie wird aussen von einer ziemlich dicken, deutlich doppelt conturierten Cuticula umgeben, während die nach dem Innern gelegenen Wände der Zoöcien eine dünne Cuticula haben. Unter der Cuticula liegt das Ectoderm, das als ge-

schlossenes Epithel und aus ziemlich flachen Zellen besteht. Im Innern der jungen Zoöcienhöhlen liegen überall unregelmässig zerstreut Mesenchymzellen. Einge liegen in der Nähe des Ectoderms, andere weiter in der Mitte der Zoöcien. Sehr oft findet man eine Anzahl mesenchymatöser Elemente durch feine Plasmastränge verbunden, ohne aber ein typisches Epithel zu bilden. Die Mesenchymzellen haben eine sehr wechselnde Gestalt und Grösse. Es kommen eiförmige und spindelförmige Elemente vor, wieder andere sind rundlich oder fast viereckig und tragen deutliche Kerne. Während manche Mesenchymzellen so gross sind, dass man sie mit schwachen Vergrösserungen bequem erkennen kann, sind wieder andere so klein, dass man sehr starke Systeme anwenden muss, um ihre zellige Natur erkennen zu können.

Die jüngste Anlage des Polypids entsteht nun fast regelmässig in der Mitte der Oberseite des Zoöciums, wie es auch Römer für Alcyonidium mytili angibt. Die junge Polypidknospe kann man schon an Totalpräparaten in Form eines stark gefärbten Zellcomplexes leicht erkennen, der gegen die ihn umgebenden schwach gefärbten Mesenchymelemente stark contrastiert. An Schnitten stellt sich dieser Zellcomplex als eine Gruppe von sehr hohen cylinderförmigen Zellen dar, die sich gegen die umgebenden, flachen Ectodermzellen sehr deutlich abheben.

Fig. 1 zeigt uns einen Querschnitt durch die erste Polypidanlage. Sie besteht in diesem Falle aus sechs sehr hohen, cubischen Zellen mit sehr dicht und fein granuliertem Plasma. Die im Ruhestadium runden, grossen Kerne haben einen concentrisch gelagerten, ebenfalls grossen Nucleolus. Über dem Ectoderm liegt die bereits erwähnte doppelt conturierte, strukturlose Cuticula. Einige Mesenchymzellen, das spätere Mesoderm, haben sich schon der jungen Polypidknospe angelegt. Zwar berühren nur die beiden äußeren der drei Mesenchymzellen die junge Knospe, sie legen sich ihr jedoch bald in ihrer ganzen Ausdehnung fest an wie die

folgenden Schnitte zeigen. Der Kern der einen Knospenzelle ist in Teilung begriffen, ein Zeichen für das lebhafte Wachstum der Knospungszone. Weitere Kernteilungen konnten nicht beobachtet werden, und man muss annehmen, dass der Kernteilungsprozess sehr schnell vor sich geht. Bei der Gelegenheit sei erwähnt, dass man zuweilen vom ectodermalen Epithel des Zoöciums einzelne Zellen auswandern, sich in die Leibeshöhle begeben und dort zu Mesenchymzellen werden sieht. Ein solcher Fall ist in Fig. 1 dargestellt. Die eine Zelle trägt deutliche, ziemlich lange amöboide Fortsätze und ist schon aus dem Ectoderm ausgetreten, während die andere noch mit ihrer Basis in dem epithelialen Zellverbande steckt. Dies beweist also die Richtigkeit der Beobachtung von Römer, der bei Alcyonidium mytili ebenfalls Ectodermzellen in die Zoöciumhöhle einwandern sah, die die Mesenchymelemente verstärken.

Die Fig. 2 und 3 zeigen uns nun die folgenden Stadien der Knospenentwicklung. Die Zellen der Knospungszone haben sich immer mehr verdickt und in das Innere der primären Leibeshöhle eingestülpt. Man erkennt an dem oberen Ende der Knospe sehr deutlich ein schmales Lumen, das durch die Einstülpung entstanden ist, aber nicht direkt an die Cuticula grenzt. Denn mit beginnender Einstülpung schliesst sich der obere Rand des Lumens dadurch, dass von den der Knospe benachbarten Ectodermzellen schmale Protoplasmabrücken ausgehen, die über die Einstülpung hinwegziehen und sie gegen die Cuticula abgrenzen. Der Knospe liegen mehrere Mesodermzellen an. Die Eine ist eben erst an die Knospe gewandert und zeigt noch amöboide Fortsätze, während eine andere sich noch nicht angelegt hat.

Die über die Einstülpung hinwegziehende Protoplasmabrücke verbreitert sich nun, und das Lumen selbst wird grösser und deutlicher, wie es das Stadium der Fig. 3 zeigt. Auf diesem Stadium sind fünf zusammenhängende Mesenchymzellen zu erkennen, von denen sich die erste der jungen Knospe bereits angelegt hat, während die anderen noch frei

in die Leibeshöhle ragen. Bald legen sich diese Zellen ebenfalls der jungen Knospe an, um ein deutliches Epithel, das Mesoderm zu bilden.

Auf dem in Fig. 4 dargestellten Stadium ist die junge Knospe in der Entwicklung bereits etwas weiter fortgeschritten. Denn während auf den ersten Stadien nur wenige Zellen die Polypidknospe bildeten haben sich dieselben durch fortgesetzte Teilung sehr vermehrt, und die Knospe hat dadurch an Grösse zugenommen. Das Lumen ist ebenfalls grösser und die darüber hinwegziehende Plasmabrücke breiter geworden. Die auf dem vorigen Stadium noch frei in die Leibeshöhle ragenden Mesodermzellen haben sich der Knospe angelegt, und das Mesoderm trägt hier bereits den Charakter eines geschlossenen Epithels.

Die junge Knospe wächst nun bald in die Länge und nimmt eine mehr oder weniger eiförmige Gestalt an, da sich die Zellen durch fortgesetzte Teilung sehr stark und schnell vermehrt haben, wie Fig. 5 zeigt. Auf den vorhergehenden Stadien wurde das Lumen der Polypidknospe nur durch eine anfangs schmale, später breiter werdende Plasmabrücke von der Cuticula getrennt. Jetzt wandern von den benachbarten Zellen des Ectoderms Kerne in den Plasmasaum ein, die zuerst unregelmässig zerstreut liegen, da noch keine Zellgrenzen vorhanden sind. Die Kerne wandern in diesem Falle von rechts ein. Das Einwandern kann aber auch von links oder von beiden Seiten geschehen. Die Mesodermzellen haben sich durch aus dem Innern der Zoöciumhöhle immer neu hinzuwandernde Mesenchymzellen ebenfalls stark vermehrt und umgeben die junge Knospe fast vollständig. Nur in unmittelbarer Nähe des ectodermalen Epithels sind auf beiden Seiten der Knospe zwei kleine Lücken vorhanden, die aber durch einige Mesenchymzellen bald ausgefüllt werden, sodass das Mesoderm in vollständig geschlossener Schicht die junge Knospe einhüllt. Auf dem Schnitt der Fig. 5 sieht man auf der rechten Seite bereits einige Mesenchymzellen in

unmittelbarer Nähe der Knospe liegen, die die im Mesoderm noch vorhandenen Lücken ausfüllen.

Die Knospe der Fig. 6 befindet sich in demselben Stadium wie die der vorhergehenden Figur. Nur zeigt sich insofern ein Fortschritt, als sich die in dem über das Knospenlumen hinwegziehenden Plasmasaum liegenden Kerne regelmässig gelagert, und sich deutliche Zellgrenzen gebildet haben.

In der folgenden Fig. 7 ist die Knospenbildung wieder weiter fortgeschritten. Bis jetzt ging das Ectoderm der Knospe in das ectodermale Epithel der Leibeswand über. Nun sieht man, wie sich die junge Knospe von der Leibeswand abschnürt und ein selbständiges Ectoderm erhält. Die über das Lumen der Knospe hinwegziehenden Ectodermzellen werden höher und teilen sich. Es rücken die durch die Teilung entstandenen unteren Zellen in den Ectodermverband der Knospe und schliessen so das Knospenlumen gegen das Ectoderm der Leibeswand ab. Anfangs ist die Grenze zwischen den beiden Ectodermschichten keine scharfe. Bald jedoch sondern sich beide Ectodermlagen und werden durch deutliche Zellgrenzen getrennt, wie Fig. 8 zeigt. Das Mesoderm umgibt jetzt die Knospe in einer allseitig geschlossenen Zellschicht.

Sobald die junge Polypidknospe das zuletzt in Fig. 8 beschriebene Entwicklungsstadium erreicht hat, setzen die Vorgänge ein, die zur Ausbildung der Organe wie Darm, Tentakel, Tentakelscheide u. s. w. führen. Die früher angestellten Untersuchungen beziehen sich auf die Entwicklung von Primärpolypiden und Knospen. Jedoch lässt sich zwischen beiden Fällen kein wesentlicher Unterschied constatieren.

H. Nitsche war wiederum der erste, der die Ausbildung des Darmes beschrieb. Er denkt sich den Darmkanal folgendermassen entstanden: Der untere Abschnitt der Polypidanlage wird durch seitlich an der Knospe auftretende Furchen, die sich beide in der Mitte des Lumens vereinigen, von dem oberen getrennt; nur an zwei Stellen, dem späteren Mund

und After findet die Vereinigung der beiden Furchen nicht statt. Hier communizieren also oberer und unterer Abschnitt der Knospe miteinander. Der Darmkanal wird also nach Nitsche gleich in seiner ganzen Ausdehnung angelegt. Ehlers vertritt bei seiner im Jahre 1876 erschienenen Untersuchung von Hypophorella expansa und später Seeliger bei Bugula dieselbe Ansicht wie Nitsche.

Barrois gelangte ein Jahr später, im Jahre 1877, für Alcyonidium mytili zu ungefähr denselben Resultaten in Bezug auf die Darmbildung wie Nitsche für Flustra membranacea.

Zu wesentlich anderer Ansicht über die Darmbildung kam F. Braem in seiner Arbeit „Untersuchungen über die Bryozoen des süssen Wassers“. Seine Resultate unterscheiden sich von denen der beiden vorgenannten Autoren dadurch, dass er den durch die Abschnürung entstandenen Sack am ovalen Ende für geschlossen hält, während nach Nitsche und Barrois eine Kommunikation mit dem Atrium als Mund vorhanden sein soll, ferner dadurch, dass Braem die als Mund gedeutete Stelle auch späterhin nicht als solchen, sondern als Übergangsstelle zwischen dem Cardialteil des Magens und dem Ösophagus in Anspruch nimmt.

Barrois hatte schon einige Jahre vorher seine frühere Meinung über die Darmbildung geändert und war in seiner Arbeit „Mémoire sur la métamorphose de quelques Bryozoaires“ zu denselben Resultaten gelangt wie später Braem und Davenport, nämlich dass die Darmanlage anfangs nur durch den Anus mit dem anderen Teil der Knospe in Verbindung steht. Pharynx und Ösophagus stehen zuerst nicht in Verbindung, sondern werden durch eine anfangs breitere, später immer schmäler werdende Zellbrücke von einander getrennt. Diese Zellbrücke bricht später durch, womit Verbindung zwischen Pharynx und Ösophagus hergestellt wird.

Calvet gibt für Bugula folgende Verhältnisse an: „Die etwas in die Länge gewachsene junge Knospe wird durch eine jederseits auftretende Einfaltung in zwei gut von einander

geschiedene Abschnitte getrennt, von denen jeder einen Teil der ursprünglichen Knospenhöhle umschliesst. Beide Abschnitte kommunizieren nur an einer Stelle, dem zukünftigen Anus miteinander.“ Calvet nennt den einen Teil „portion frontale“ und den anderen „portion dorsale“. Der besser entwickelte frontale Teil der Knospe bildet später Tentakelscheide, Tentakeln, Pharynx und Ösophagus, während aus dem dorsalen Teil Magen und Rectum hervorgehen.

Wenden wir uns nun der weiteren Entwicklung von Alcyonidium gelatinosum zu, so sind die ersten Veränderungen, die sich an dem auf Fig. 8 folgenden Stadium der Fig. 9 bemerkbar machen, die, dass die junge Knospe infolge lebhafter Zellvermehrung stark in die Länge wächst. Die Polypidknospe ist im Vergleich zu dem zuletzt beschriebenen Stadium ungefähr doppelt so gross geworden. Die an dem epithelialen Belag der Leibeshöhle gelegenen Ectodermzellen haben sich durch Teilung ebenfalls vermehrt und etwas abgeplattet. Durch diese Zellvermehrung sind die Seiten der Knospe auseinandergewichen und haben eine Verbreiterung der Knospenhöhle und somit auch der ganzen Knospe bedingt. Ungefähr am unteren Drittel macht sich eine jederseits auftretende Furche bemerkbar, die in späteren Stadien zur Abfaltung des Darmes führt. Durch diese auf beiden Seiten auftretende Falte wird das Ectoderm stark eingeknickt, und einige seiner Zellen werden aus dem epithelialen Verbande herausgedrängt. Diese Zellen bilden einen Ringwulst, der in das Innere der Knospe vorspringt und so eine, wenn auch vorläufig noch unvollkommene Abschnürung eines unteren, kleinen Teils von dem oberen Teil herbeiführt. Der obere Abschnitt bildet den späteren Atrialteil, während der untere zum Intestinalteil auswächst. Das Mesoderm wird ebenfalls, wenn auch nicht so stark wie das Ectoderm eingeschnürt, nimmt aber an der Darmbildung vorläufig nicht teil.

Ein weiteres Stadium aus der Entwicklung des Darmkanals gibt Fig. 10 wieder. Die durch die Einfaltung hervor-

gedrängten Ectodermzellen sind aufeinander zugewachsen und haben sich in der Mitte der Knospenhöhle vereinigt, sodass jetzt die vorher noch unvollkommen abgeschlossene Anlage des Darmes vollständig von dem vorderen, dem Atrialteil der Knospe gesondert wird. Nur an einer Stelle, dem späteren Anus kommunizieren beide Teile miteinander.

Während auf dem in Fig. 10 dargestellten Stadium die Trennung von Atrial- und Intestinalteil nur durch eine „Plasmabrücke mit Kernen" herbeigeführt wurde, besteht sie im Stadium der Fig. 11 aus einer doppelten, Atrial- und Intestinalteil trennenden Zellenschicht. Inwiefern dies durch Nachwanderung von Ectodermzellen oder durch Teilung der in der Brücke vorhandenen Zellen geschieht, wird schwer zu entscheiden sein. Während auf den in Fig. 9 und 10 beschriebenen Stadien das Ectoderm des Atrial- und Intestinalteils ineinander übergingen, hat sich infolge der Zweischichtigkeit der Trennungsbrücke das Ectoderm des Atrialteils scharf von dem des Intestinalteils gesondert. Das Mesoderm erscheint jetzt schon stärker eingefaltet und fängt an, sich zwischen die Ectodermzellen beider Abschnitte der Polypidknospe zu schieben. Die Mesodermzellen wachsen nun immer weiter zwischen Ectoderm des Atrial- und Intestinalteils, bis sie eine vollständige Trennung beider Ectodermlagen herbeigeführt haben, wie es Fig. 13 darstellt. Die Trennung von Atrialteil und Intestinalteil ist jetzt vollständig geworden und man hat also zwei sackförmige Gebilde mit besonderer Ecto- und Mesodermlage vor sich.

Hand in Hand mit der Darmentwicklung geht die Ausbildung der Tentakelscheide und der Tentakeln, wie es Fig. 12 veranschaulicht. Die Knospe hat sich an dem Atrialteil etwas erweitert, und auf beiden Seiten erkennt man nach innen zu zwei vorläufig nur schwach vorspringende Höcker, die durch eine Verdickung der an dieser Stelle liegenden Ectodermzellen entstanden sind. Es sind dies die ersten Anlagen der Tentakeln. Durch die Erweiterung des oberen Atrialteils der

Knospe haben sich die zwischen den Tentakelanlagen liegenden Ecto- und Mesodermzellen des jungen Polypids in die Länge gezogen und dadurch abgespaltet. Sie stellen jetzt im Längsschnitt zwei ziemlich schmale Zellbänder, die Tentakelscheide dar. An der Bildung der Tentakelscheide nehmen demnach Ectoderm und Mesoderm teil, und nicht wie Seeliger will, nur Mesoderm. Dass die Tentakelscheide ecto- und mesodermaler Natur ist, wird ebenfalls von Davenport, Calvet, Silbermann und zuletzt auch für das Primärpolypid von A. Zschiesche bewiesen.

Die weitere Ausbildung der Tentakeln und der Tentakelscheide wird durch die Fig. 14 und 15 veranschaulicht. Da auf dem Stadium der Fig. 12 die Tentakelscheide noch ziemlich kurz war, lag auch die Polypidknospe nahe der Leibeswand. Nun wächst die Tentakelscheide in die Länge, und durch dieses Längenwachstum wird die junge Knospe mehr in das Innere der Leibeshöhle verlagert (Fig. 14). Gleichzeitig sind die Tentakeln in ihrer Ausbildung weiter fortgeschritten. Die vorläufig die Tentakeln bildenden Ectodermzellen haben gegenüber der Fig. 12 noch an Höhe zugenommen und dadurch treten die Tentakelhöcker stärker hervor.

An der Bildung der Tentakeln war bis jetzt nur das Ectoderm beteiligt. Nunmehr nimmt auch das Mesoderm daran teil, wie es Fig. 15 zeigt. Einige Mesodermzellen wachsen in die Tentakelhöcker hinein, die Ectodermzellen vor sich herschiebend. Indem nun immer mehr Mesodermzellen in die Tentakeln hineinwachsen, nehmen diese bald die Form von Schläuchen an, die im Innern von Mesodermzellen erfüllt sind. In Fig. 15 erscheinen die Tentakeln bereits ziemlich weit ausgebildet. Sie haben die schon oben erwähnte Schlauchform angenommen. Die im Innern der Tentakeln liegenden Mesodermzellen stehen noch anfangs mit der übrigen Mesodermbekleidung der Knospe in Verbindung. Bald wächst jedoch an der Tentakelbasis die Ectodermschicht in der Weise aus, dass sich die Ränder berühren, und da-

durch ein Abschluss, sowie eine Durchbrechung der Mesodermschicht erfolgt. Die Tentakeln bestehen jetzt aus der Ectodermbekleidung und inneren, ziemlich unregelmässig gelagerten Mesodermzellen. Mit dem Auftreten der Tentakeln hat sich der oberhalb des Darmes liegende Teil der Knospe in zwei Abschnitte differenziert. Der eine Teil ist der von der Tentakelscheide eingeschlossene Raum oder das Atrium (Fig. 14 und 15 at.), der andere bildet den späteren Ösophagus des vollständig ausgebildeten Darmes (Fig. 15 oe.).

Figur 1.

Textfigur 1 gibt ein fast vollständig ausgebildetes Polypid wieder. Die unten durch die Ectodermschicht geschlossenen Tentakeln sind stark in die Länge gewachsen, die in den

Tentakeln liegenden Mesodermzellen haben sich zu einer regelmässigen Doppelschicht geordnet. Der Ösophagus endlich hat seine definitive Gestalt erhalten, und nur eine schmale Zellbrücke, die später durchbricht, trennt ihn noch von dem

Figur 2.

Darm, der sich ebenfalls schon stark verlängert hat. Auf die weitere Entwicklung der Tentakeln und Tentakelscheide, ferner auf die Anlage und Entwicklung der in Textfigur 1 bereits ausgebildeten Organe wie der Muskeln, des Ringkanals und Gehirnganglions ist hier nicht weiter eingegangen worden, da dies bereits von anderer Seite ausführlich geschildert worden ist.

Am Schlusse dieses Abschnittes soll noch auf einige Unregelmässigkeiten in der Ausbildung der Organe hingewiesen werden. Fig. 15 z. B. zeigt auf der linken Seite der Knospe zwei ziemlich fortgeschrittene Tentakelanlagen, während auf der rechten Seite die zweite Anlage erst ganz schwach angedeutet ist. Es kann vorkommen, dass auf einer Seite zwei und mehr Tentakeln angelegt sind, während auf der anderen Seite erst eine Tentakelanlage vorhanden ist. Ferner kann man junge Polypide finden, bei denen die Tentakeln eben erst angelegt sind, die Darmanlage und der Atrialteil aber bereits ihren vollständigen Mesodermüberzug erhalten haben. (Fig. 13) Anderseits kommt es vor, dass die Tentakelhöcker schon ziemlich stark hervortreten, das Mesoderm aber Atrial- und Intestinalteil noch nicht vollständig überzogen hat, sodass also Ectoderm von Atrial- und Intestinalteil unmittelbar aneinandergrenzen. Die Anlage und Ausbildung des Darmes und der Tentakeln geht also bei manchen Knospen Hand in Hand, bei anderen Knospen findet dieser Vorgang nacheinander statt, indem zuerst das Darmrohr vollständig von dem Atrialteil gesondert wird, und dann erst die Bildung der Tentakeln einsetzt. Eine Bildung der Tentakeln vor der des Darmes konnte nicht beobachtet werden.

Die Knospung von „Plumatella fungosa".

Die ersten wertvollen Angaben über die Knospung der Phylactolaemen verdanken wir Allmann, Metschnikoff und Nitsche. Allmann war noch sehr unvollkommen über die feinere Organisation unterrichtet, und Nitsche war der erste, dem es durch Anfertigung von Schnitten gelang, den anatomischen und histologischen Bau ziemlich genau festzustellen. Metschnikoff und Nitsche haben auch zuerst genauere Angaben über die Anteilnahme der Keimblätter an der Bildung der Knospe und der wichtigsten Organe gemacht. Während aber Nitsche an der Bildung der jungen Knospe ausschliesslich das Ectoderm teilnehmen liess, erkannte Metschnikoff als erster, dass die Polypidknospe auf eine Einstülpung des Ecto- und Mesoderms zurückzuführen sei.

Den Metschnikoffschen Resultaten glaubte Hatschek auf Grund seiner Pedicellina-Untersuchungen widersprechen zu müssen. Er bestritt ganz entschieden die Entstehung der Knospe aus Ectoderm und Mesoderm und behauptete, dass es ausschliesslich ein zwischen Ecto- und Mesoderm liegender embryonaler Zellcomplex sei, der die Knospe aus sich hervorgehen lasse. Diese Ergebnisse wurden von Braem bestätigt und hartnäckig verteidigt. Davenport ist ebenfalls wesentlich derselben Ansicht wie Hatschek und Braem.

Kraepelin kommt in seiner Arbeit „Die deutschen Süsswasserbryozoen" durchaus in Widerspruch mit den Ansichten von Braem und Hatschek und gelangt wieder zu der alten Metschnikoffschen Behauptung zurück, dass es sich in

der Tat bei der Knospenbildung um eine Einstülpung der beiden Schichten der Leibeswand handelt. Seliger stellte im Jahre 1899 fest, dass die Hatschekschen Ergebnisse an Pedicellina ebenfalls falsch waren.

Braem kommt in seiner Arbeit „Untersuchungen über die Bryozoen des süssen Wasser“ für Cristatella zu folgenden Hauptresultaten, die er auf alle Phylactolaemen ausdehnt:

I. Sämtliche Knospen der Kolonie gehen auf einen begrenzten Complex embryonaler Zellen zurück, welche aus dem Material des Statoblasten oder des Eies ursprünglich erübrigt und von Knospe zu Knospe weitergeführt werden.

II. Dies Verhältnis findet seinen Ausdruck in der Form der Doppelknospe.

III. Das Prinzip der Doppelknospe ist ein durchgreifendes und gilt auch da, wo die Form nicht typisch hervortritt.

IV. Nach diesem Prinzip erzeugt jede Knospe an ihrer Oralseite unmittelbar aus sich selbst in der Regel zwei Tochterknospen, welche sich ihrerseits auf gleiche Art fortpflanzen.

V. Die Zahl der Tochterknospen ist jedoch keine fest bestimmte. Statt zweier werden namentlich in der Jugend oft mehr, im Alter zuweilen weniger erzeugt.

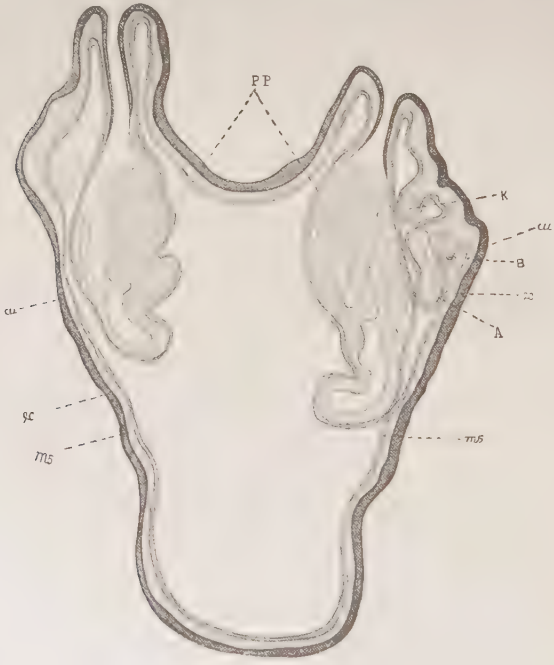
VI. Die zwischen den Polypiden eingeschalteten Teile der Kolonialwand, die Cystide, entwickeln sich ebenfalls aus den Zellen der polypoiden Knospenanlagen.

Zum Vergleich mit den Verhältnissen der marinen Ectoprocten schien es erwünscht, die Knospung der Süsswasserformen zu studieren. Es kann im Voraus bemerkt werden, dass die erlangten Resultate in Bezug auf Entstehung der Doppelknospen und der Lage der Tochterknospen zu den Mutterknospen sich mit den Ergebnissen von Braem decken, dass aber die Angaben Braems, alle Polypide einer Kolonie seien auf ein einziges Individuum zurückzuführen, und ferner die jüngeren Knospen entständen stets oralwärts der älteren nicht aufrechterhalten werden kann.

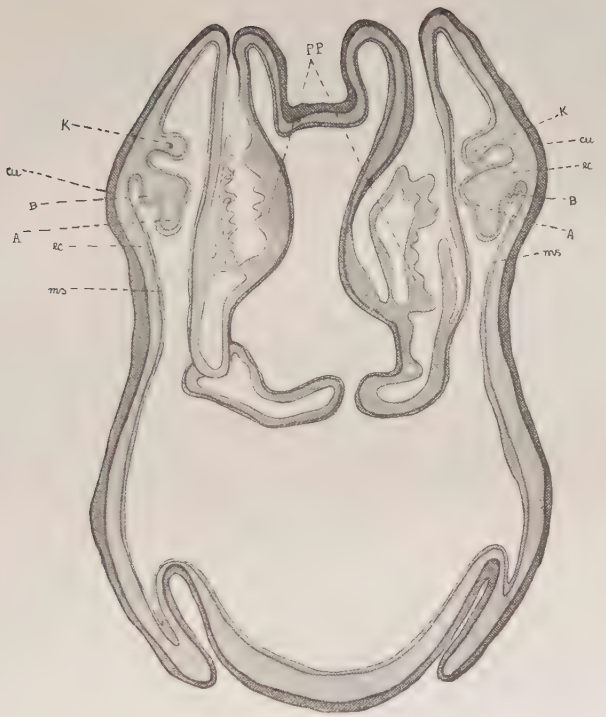
Vorliegende Untersuchungen gingen von jungen, eben ausgeschlüpften Larven mit jederseits ein bis zwei Knospen aus und wurden über junge Kolonien bis zu alten, voll ausgebildeten weitergeführt, und es ergab sich, dass überall die gleichen Knospungsgesetze gelten.

Die Knospen von Plumatella fungosa zeigen uns, dass sie in Bezug auf ihre Entstehung nicht übereinstimmen, und man zwei Arten unterscheiden kann; manche Knospen nämlich entspringen direkt der Kolonialwand, andere hingegen nehmen ihren Ursprung aus älteren Knospen und bilden mit ihnen die Doppelknospen.

Die Lage der Knospen in den jungen Kolonien ist eine verschiedene, bald befinden sie sich in der Nähe der Primärpolypide, (Textfigur 3 u. 4) bald mehr oder weniger von ihnen entfernt, (Textfigur 5) d. h. die Knospen können an den



Figur 3.

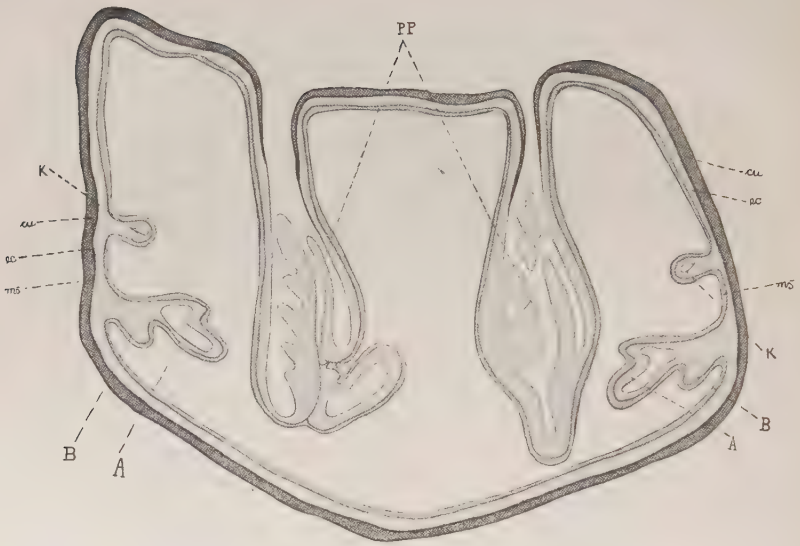


Figur 4.

Stellen der Leibeswand entstehen, die noch ihren embryonalen Charakter bewahrt haben.

Verfolgen wir nun eine junge Knospe vom Anfang ihrer Entstehung an, so stellt sie sich als eine Verdickung beider Blätter, des Ecto- und Mesoderms dar, und zwar werden Anfangs die Zellen des Mesoderms verhältnismässig stärker verdickt als die des Ectoderms (Fig. 15).

Die Verdickung beider Blätter nimmt nun immer mehr zu. Durch lebhafte Zellvermehrung wird das Ectoderm an der Knospungsstelle zweischichtig, und einige Ectodermzellen wachsen in das Mesoderm hinein, dieses vor sich herschiebend (Fig. 17). Die Mesodermzellen werden dadurch in die Leibeshöhle vorgedrängt, und die junge Polypidanlage bildet jetzt



Figur 5.

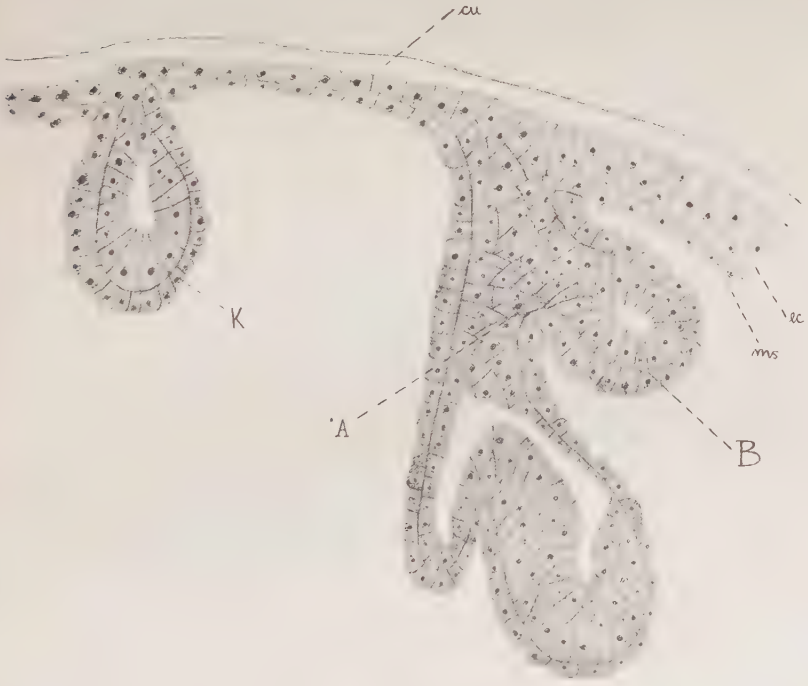
schon ein ansehnliches Gebilde, das ziemlich weit in die Leibeshöhle hineinragt (Fig. 17).

Die Knospe nimmt an Umfang zu, da immer mehr Ectodermzellen sich nach innen vorschieben, und sie stellt jetzt ein zweischichtiges, vorläufig massives Säckchen dar. (Fig. 18).

Die junge Polypidanlage wächst bald stark in die Länge, und die vorher im Innern unregelmässig angeordneten Ectodermzellen nehmen eine regelmässige Lagerung an, und durch Auseinanderweichen entsteht in der Mitte eine bald grössere, bald kleinere Höhle (Fig. 19 u. 20).

Die Knospe wächst immer mehr in die Länge, und nun macht sich an ihrem oberen oralen Teil eine Verdickung bemerkbar (Fig. 21, B), die auf eine sehr lebhafte Zellwucherung beider Keimblätter, besonders des Ectoderms zurückzuführen ist und sehr schnell an Mächtigkeit gewinnt (Fig. 22 B). Diese Verdickung stellt eine Tochterknospe dar und ist mit der Mutterknospe zu einer typischen Doppelknospe verbunden.

Auf der analen Seite der Knospe A in Fig. 22 hat sich eine weitere Knospe K gebildet. Der Ursprung der Knospe K ist im Gegensatz zur Knospe B nicht auf A zurückzuführen, sondern sie ist selbständig aus der Kolonialwand entstanden. Bei dem Verhalten, wie es Fig. 22 darstellt, liesse sich annehmen, dass die Knospe K zwar in Verbindung mit A entstanden und nur von ihr abgerückt sei, obwohl der frühe Entwicklungszustand, in welchem sie sich befindet, nicht gerade dafür spricht. Vor allem ist zu betonen, dass die Entfernung von der Hauptknospe eine noch weitere sein kann, in welchem Fall von einem Zusammenhang oder einer gemeinsamen Entstehung beider Knospen meines Erachtens füglich nicht mehr gesprochen werden kann. Eine solche Knospenanlage ist in Textigur 6 dargestellt.



Figur 6.

Die Doppelknospe entwickelt sich in der Weise weiter, dass mit dem Wachstum der Mutterknospe auch die Tochterknospe in der Ausbildung fortschreitet und sich nach und nach immer deutlicher von der Mutterknospe abhebt. (Textfigur 6 B.) In Fig. 22 bildet die Tochterknospe B einen soliden Zellkomplex, dessen Ectodermzellen regellos liegen. Nun ordnen sich die Ectodermzellen regelmässig an und weichen auseinander, im Inneren einen Hohlraum, die Knospenhöhle freilassend. Die Tochterknospe ist also jetzt auf demselben Stadium angelangt wie die Mutterknospe auf dem der Fig. 19.

Im weiteren Verlauf der Entwicklung rückt die Tochterknospe immer höher an der Mutterknospe hinauf und dicht an die Kolonialwand. (Textfigur 7 B) Auf dem Stadium der Textfigur 6 ging noch das Ectoderm der Tochterknospe B in das der Mutterknospe A über. Jetzt sondert sich das Ectoderm der Tochterknospe und hebt sich von dem der Mutterknospe deutlich ab, obgleich beide Ectodermlagen dicht aneinandergrenzen (Textfigur 7 B).

Figur 7.

Im Laufe der weiteren Entwicklung rückt die Tochterknospe B immer weiter von der Mutter ab bis sie selbständig an der Kolonialwand sitzt, ähnlich der direkt aus der Leibeswand entstandenen Knospe K derselben Figur.

Auf die weitere Entwicklung der Knospen bis zur Ausbildung der erwachsenen Polypide ist hier ebenfalls nicht eingegangen worden, da dies von Braem und anderen Autoren bereits ausführlich beschrieben wurde. Es sollte hauptsächlich die Beziehung und Lage der Knospen zueinander im Hinblick auf das Knospungsgesetz der Phylactolaemen festgestellt werden.

Aus der vorstehenden Darstellung ist zu entnehmen, dass die neu entstehenden Knospen nicht unbedingt auf eine ältere Knospe zurückzuführen sind. Es wurde gezeigt, dass sowohl oral- wie analwärts von schon vorhandenen Knospen neue entstehen können (Fig. 22, Textfigur 6 u. 7). Ferner entstehen die einen Knospen selbständig aus der Leibeswand (Fig. 22 K, Textfigur 6 K u. 7 K), während andere ihren Ursprung älteren Knospen verdanken und mit ihnen einige Zeit zu Doppelknospen verbunden sind (Fig. 21 B, 22 B, Textfigur 6 B u. 7 B).

Von Kraepelin sind diese zu Braems Angaben in einem gewissen Gegensatz stehenden Knospungsverhältnisse angedeutet, aber nicht näher beschrieben worden.

Fasst man die Hauptresultate dieses Abschnittes zusammen, so kommt man zu Folgendem:

I. Die Knospen von Plumatella fungosa entstehen auf zweierlei Art, entweder selbständig aus der Kolonialwand, oder sie werden von einer älteren Knospe erzeugt, mit der sie eine gewisse Zeit als Doppelknospe verbunden sind.

II. Die direkt aus der Kolonialwand hervorgegangenen Knospen liegen analwärts von den älteren, die Tochterknospen entstehen auf der Oralseite der Mutterknospen.

Zum Schlusse möchte ich meinem hochverehrten Lehrer,

Herrn Prof. Korschelt,

für das stetig gleichbleibende Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte, herzlichst danken.

Ebenso bin ich

Herrn Dr. Harms und Herrn Prof. Tönniges

zu grossem Dank verpflichtet.

Verzeichnis der benutzten Literatur.

G. J. Allmann, A Monograph of the fresh-water Polyzoa. London, Ray Society. 1856.

J. Barrois, a) Mémoire sur l'embryologie des Bryozoaires. Lille 1877. b) Mémoire sur la métamorphose de quelques Bryozoaires. Ann. Sc. natur. Zool. Vol. 1, 1886.

F. Braem, a) Untersuchungen über die Bryozoen des süssen Wassers. Bibliotheca zoologica. Heft 6, 1890. b) Die geschlechtliche Entwicklung von Fredericella sultana nebst Beobachtungen über die weitere Lebensgeschichte der Kolonien. Bibliotheca zoologica. Heft 52, 1908.

L. Calvet, a) Sur l'origine du polypide des Bryozoaires ectoproctes marines. Travail de la station zool. de Cette, 1898. Comptes rendus. b) Contributions à l'histoire naturelle des Bryozoaires ectoproctes marines. Thèse Montpellier 1900.

Ed. Claparède, Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Seebryozoen. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 21, 1871.

C. B. Davenport, a) Observations on Budding in Paludicella and some other Bryozoa. Bullet. Mus. Comp. Zool. at Harvard College. Tom 22, 1891.

A. G. Haddon, On Budding in Polyzoa. Quart. Journal of Micr. Sc. B. 23, 1883.

Hatschek, Embryonalentwicklung und Knospung der Pedicellina echinata. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 29, 1877.

L. Joliet, a) Contributions à l'histoire naturelle des Bryozoaires des côtes de France. Arch. zool. expér. Tom 6, 1877. b) Sur le bourgeonemment du polypide chez plusieurs ectoproctes marines.

K. Kraepelin, Die deutschen Süsswasserbryozoen. Abhandl. d. naturwissenschaftl. Vereins, Hamburg. Bd. 10, 1887.

F. Ladewig, Über die Knospung der ectoprocten Bryozoen. Zeitschrift f. wissen. Zoologie. Bd. 67, 1900.

El. Metschnikoff, Beiträge zur Entwicklung einiger niederer Tiere. 6. Alcyonella. Bull. de l'Acad. de St. Petersbourg. Vol. 15, 1871.

H. Nitsche, a) Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen. Über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Flustra membranacea. Zeitschr. f. wissen. Zoologie. Bd. 21, 1871. b) Beiträge zur Kenntnis der Bryozoen. Über die Knospung der Bryozoen. Zeitschr. f. wissen. Zoologie. Bd. 25, Suppl. 1875.

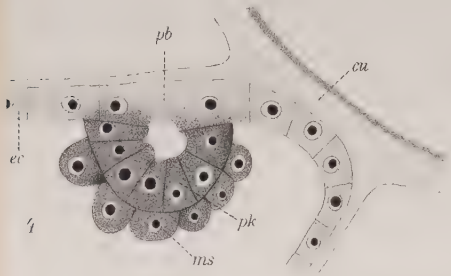
C. Römer, Untersuchungen über die Knospung, Degeneration und Regeneration von einigen marinen, ectoprocten Bryozoen. Zeitschrift f. wissen. Zoologie. Bd. 84, 1906.

O. Seliger, Bemerkungen zur Knospenentwicklung der Bryozoen. Z. f. wissen. Zoologie. Bd. 50, 1890.

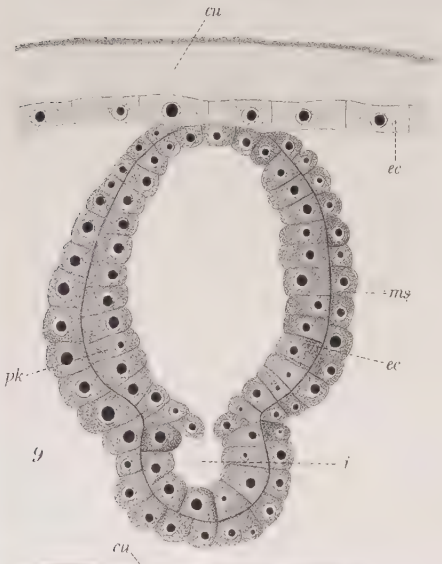
Silbermann, Untersuchungen über den feineren Bau von Alcyonidium mytili. Arch. Naturgesch. Jg. 1906.

A. Zschiesche, Untersuchungen über die Metamorphose von Alcyonidium mytili. Zool. Jahrb. Bd. 28, 1909.

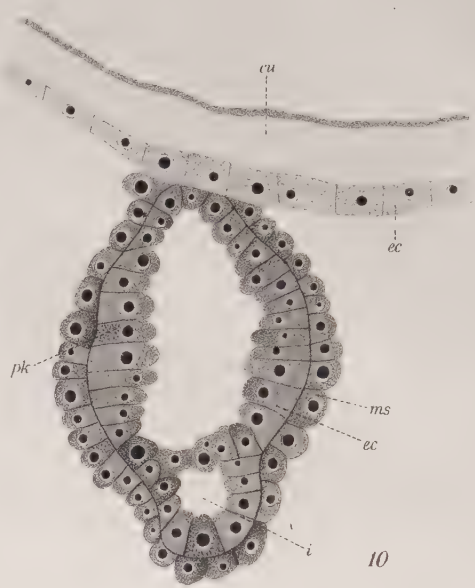
Universitätsdruckerei Karl Gleser



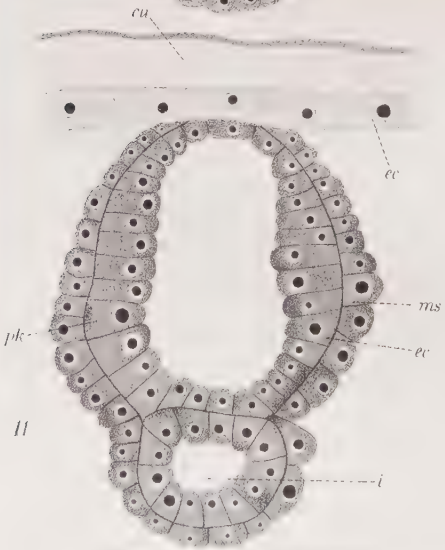
4



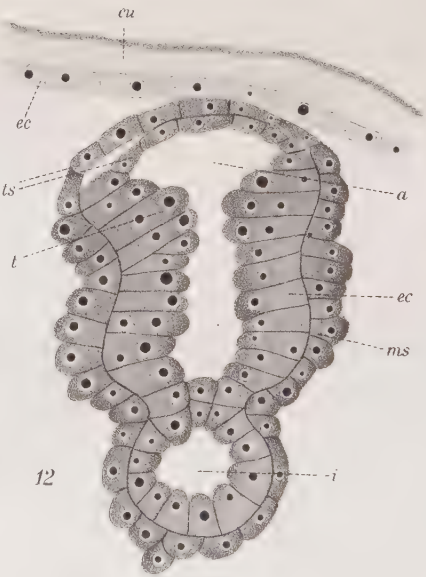
9



10



11



12

Werner u. Winter, Frankfurt a. M.

Erklärung der Abbildungen.

Verzeichnis der Abkürzungen.

a Atrialteil	ms Mesoderm
at Atrium	oe Oesophagus
cu Cuticula	pb Protoplasmabrücke
ec Ectoderm	pk Polypidknospe
[g Gehirnganglion]	[rgk Ringkanal]
i Intestinalteil	t Tentakel
[m Muskelfasern]	ts Tentakelscheide.

Die Figuren 1—15 beziehen sich auf Alcyonidium, 16—22 auf Plumatella fungosa.

Tafel I.

Fig. 1. Querschnitt durch eine jüngste Polypidanlage. Sie besteht aus einer starken Ectodermverdickung mit drei noch nicht vollständig angelegten Mesodermzellen.

Homog. Imm. 2 mm, Compens. Ocular 12.

Fig. 2. Längsschnitt durch eine junge Knospe mit beginnender Einstülpung. Homog. Imm. 2 mm, Compens. Ocular 8.

Fig. 3. Längsschnitt durch eine Knospe mit weiter fortgeschrittener Einstülpung. Zuwandern von Mesenchymzellen, die sich als Mesodermzellen der Knospe anlegen.

Homog. Imm. 2 mm, Compens. Ocular 8.

Fig. 4. Querschnitt durch eine etwas ältere Knospe. Die Knospe hat sich noch weiter eingestülpt, und das Mesoderm trägt bereits den Charakter eines zusammenhängenden Epithels.

Homog. Imm. 2 mm, Compens. Ocular 8.

Fig. 5. Längsschnitt durch eine ziemlich weit entwickelte Knospe. Die Knospe ist durch lebhafte Teilung der Zellen stark in die Länge gewachsen. Die Mesodermzellen haben sich durch Zuwanderung von

Mesenchymzellen sehr vermehrt und umgeben die junge Knospe fast vollständig. Homog. Imm. 2 mm, Compens. Ocular 6.

Fig. 6. Längsschnitt durch eine Knospe, die sich auf ungefähr demselben Stadium wie die der Fig. 5 befindet.
Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 12.

Fig. 7. Längsschnitt durch eine Knospe mit vollständig geschlossenem Mesoderm. Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 12.

Fig. 8. Längsschnitt durch eine Knospe mit vollständig geschlossenem Knospenectoderm. Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 12.

Fig. 9. Querschnitt durch eine Knospe mit beginnender Darmentwicklung, Auftreten der beiden Längsfurchen, die zur Abfaltung des Darmes führen. Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 12.

Fig. 10. Querschnitt durch ein etwas älteres Stadium. Sonderung in Atrial- und Intestinalteil.
Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 12.

Fig. 11. Querschnitt durch eine Knospe mit beginnender Teilnahme des Mesoderms an der Darmbildung.
Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 12.

Fig. 12. Längsschnitt durch eine Knospe mit Tentakelanlagen.
Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 12.

Tafel II.

Fig. 13. Querschnitt durch den unteren Teil einer Knospe. Das Mesoderm hat Atrial- und Intestinalteil vollständig überzogen.
Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular. 12.

Fig. 14. Längsschnitt durch eine Knospe mit weiter entwickelten Tentakelhöckern. Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 12.

Fig. 15. Längsschnitt durch eine Polypidknospe mit ziemlich weit entwickelten Tentakeln. Das Mesoderm ist in die Tentakelhöcker eingedrungen. Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 12.

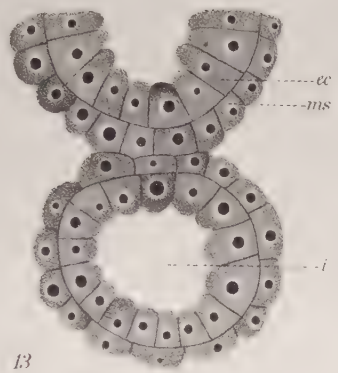
Fig. 16. Längsschnitt durch eine erste Knospenanlage. Sie besteht aus einer Verdickung der Ecto- und Mesodermzellen.
Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 8.

Fig. 17. Längsschnitt durch eine Knospe mit Verlagerung von Ectodermzellen in das Mesoderm.
Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 8.

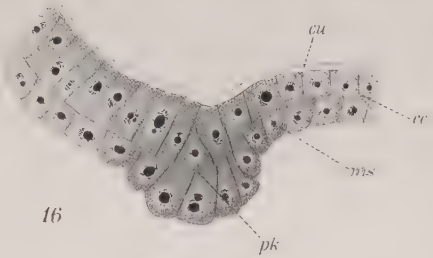
Fig. 18. Längsschnitt durch ein etwas weiter entwickeltes Stadium.
Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 8.

Fig. 19 u. 20. Längsschnitte durch Knospen mit bereits vorhandenem Knospenlumen. Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 8.

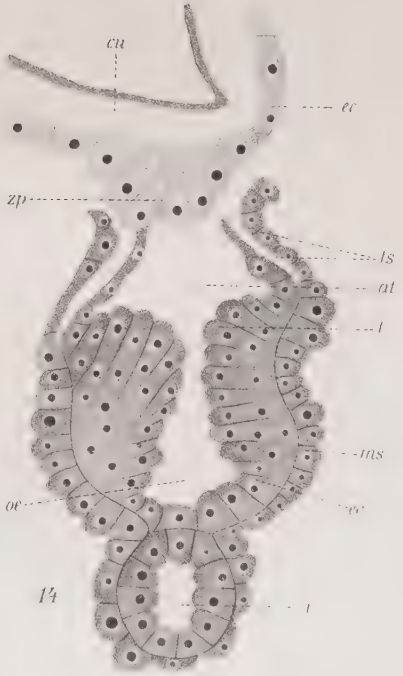
Fig. 21. Längsschnitt durch eine Doppelknospe.
Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 8.



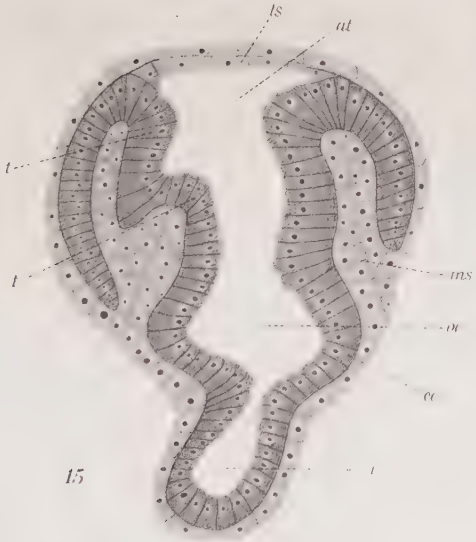
13



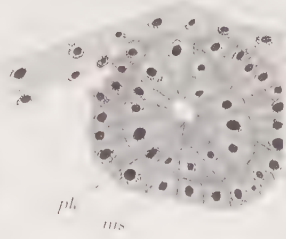
16



14

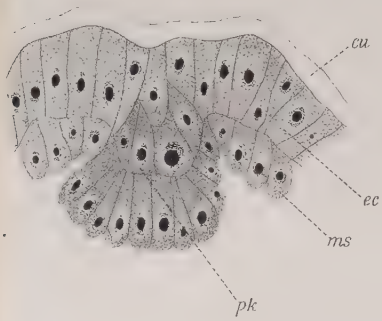


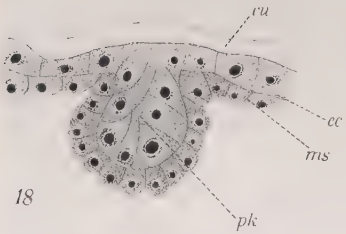
15



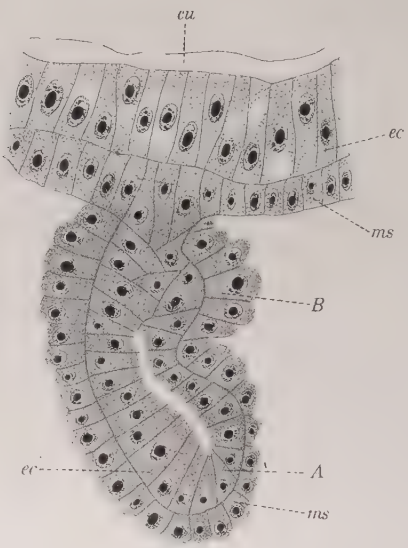
20

Universitätsdruckerei **Karl Gleiser**, Marburg

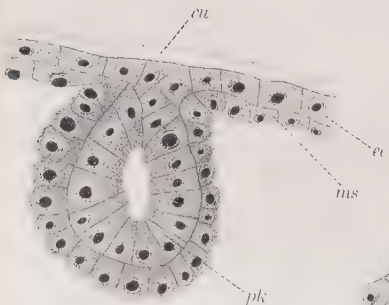


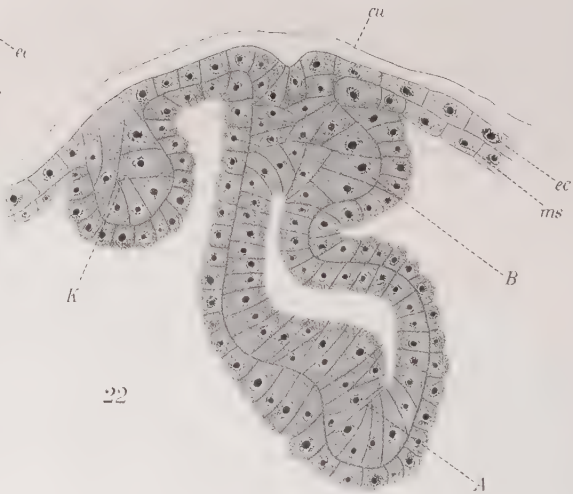


18

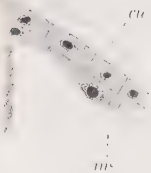


21





22



Werner u. Winter, Frankfurt a/M

22. Längsschnitt durch eine weiter entwickelte Doppelknospe, und eine analwärts selbständig entstandene, jüngere Knospe.

Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 8.

Textfigur 1. Längsschnitt durch ein fast vollständig ausgebildetes Polypid von Alcyonidium gelatinosum. Organe sind gebildet, nur der Darmkanal hat sich noch nicht in seine einzelnen Abschnitte differenziert.

ec Ectoderm, *g* Gehirnganglion, *i* Intestinalteil, *m* Muskelfasern, *ms* Mesoderm, *oe* Ösophagus, *rgk* Ringkanal, *t* Tentakel, *ts* Tentakelscheide. Apochrom. 8 mm, Compens. Ocular 6.

Textfigur 2. Längsschnitt durch ein vollständig ausgebildetes Polypid von Alcyonidium gelatinosum.

a After, *ec* Ectoderm, *g* Gehirnganglion, *m* Muskelfasern, *ms* Mesoderm, *ma* Magen, *oe* Ösophagus, *r* Rectum, *py* Pylorus, *rgk* Ringkanal, *t* Tenakel, *th* Tentakelhöhle, *ts* Tentakelscheide.

Apochrom. 8 mm, Compens. Ocular 6.

Textfiguren 3—5. Längsschnitte durch Larven von Plumatella zur Erläuterung der Lageverhältnisse der Knospen und Primärpolypide.

cu Cuticula, *ec* Ectoderm, *ms* Mesoderm, *pp* Primärpolypide, AB Doppelknospe, K selbständig entstandene Knospe.

Apochromat 8 mm, Compens. Ocalar 6.

Textfigur 6. Längsschnitt durch eine Doppelknospe (A, B) und eine selbständig entstandene Knospe (K) von Plumatella fungosa. Ectoderm von Mutter- und Tochterknospe gehen noch ineinander über.

cu Cuticula, *ec* Ectoderm, *ms* Mesoderm.

Apochromat 4 mm, Compens. Ocular 8.

Textfigur 7. Längsschnitt durch eine Doppelknospe (A B) und eine selbständig entstandene Knospe (K) von Plumatella fungosa. Ectoderm von Mutter- und Tochterknospe haben sich gesondert.

cu Cuticula, *ec* Ectoderm, *ms* Mesoderm.

Apochrom. 4 mm, Compens. Ocular 8.

Lebenslauf.

Am 16. September 1887 wurde ich, Ernst Herwig, zu Marburg an der Lahn, als Sohn des Malermeisters Carl Herwig geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule meines Heimatortes, trat ich Ostern 1897 in die dortige Oberrealschule ein, die ich Ostern 1907 mit dem Zeugnis der Reife verliess, um mich in Marburg dem Studium der Naturwissenschaften zu widmen. Ende Wintersemester 1912 bestand ich das Examen rigorosum.

Meine akademischen Lehrer waren:

Geh. Regierungsrat Prof. Korschelt, Geh. Regierungsrat Prof. Zincke, Geh. Regierungsrat Prof. Meyer, Geh. Regierungsrat Prof. Kayser, Geh. Regierungsrat Prof. Cohen, Prof. Richarz, Prof. Diels, Prof. Meisenheimer, Dr. Harms.